

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN *MOLD* DARI KOMPOSIT PADUAN *FIBERGLASS* BEKAS DAN *RESIN EPOXY* UNTUK BAHAN ALAT CETAK *MECHANICAL THERMOFORMING*



**Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun :

**JOKO SISWANTO
NIM : D 200 02 0090**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2007**

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh

Alhamdulillahillobbil'alamiin, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya serta memberikan kekuatan dan kedamaian berfikir, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “PEMBUATAN *MOLD* DARI KOMPOSIT PADUAN *FIBERGLASS* BEKAS DAN *RESIN EPOXY* UNTUK BAHAN ALAT CETAK *MECHANICAL THERMOFORMING*”.

Tugas Akhir ini disusun guna menyelesaikan salah satu syarat menempuh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta yang mempunyai arti penting, selain sebagai salah satu mata kuliah wajib, juga untuk menerapkan ilmu yang dipelajari selama ini sebagai aktualisasi secara nyata, seperti diwujudkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengalami banyak kesulitan dan hambatan, namun berkat bantuan, arahan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, dengan demikian kesulitan dan hambatan itu dapat teratasi. Untuk itu dalam kesempatan ini dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tidak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Widodo, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Marwan Effendy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Bapak Patna Partono, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing I, disela-sela kesibukannya masih sempat memberikan petunjuk, arahan, dan saran mulai dari awal sampai dengan terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bambang WF, ST, MT, selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, arahan serta petunjuk yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Bapak Ir. Sarjito, MT, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan semasa kuliah.
6. Seluruh Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membekali ilmu yang berguna bagi penulis untuk menyongsong masa depan.
7. Seluruh Staff dan Karyawan Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dalam penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Ayahanda H.S.S. Kadirun Yahya yang senantiasa membimbing rohaniku.
9. Ibunda tercinta yang selalu berdo'a dan memberi dukungan moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta almarhum kedua ayah saya semoga senantiasa diberi tempat yang lapang di alam barzah. Amin
10. Kakakku dan adikku dan keluarga besar semua yang selalu memberikan nasehat, dorongan dan segala bantuan yang sangat berarti bagiku.

11. Mas Agus Tata Usaha teknik mesin UMS, Pak Yanto Laboratorium Proses Produksi UMS, terima kasih atas semua bantuannya.
12. Sahabat seperjuangan saya, Arifin dan Didik Kurniawan. Dari kalian semua saya mulai banyak belajar.
13. Upik Dyah Palupi, terimakasih atas supportnya dan “....” Ya de’ ya.(he3)
14. Temen-temen Kost semuanya “matur nuwun nggih”(Bos Edi, Kebo, Pita, makasih pinjaman komputernya), Q-Deek, Jambul, Bogenk, Nopek, Reni, makasih banget atas bantuannya. Anak-anak TM 2002 (Nhurex, Wawan Herwanta, ST., Subandi, Marsono, Pendi, Artha, Kecap, EM-U, Nano, Popo), temen-temen Mesin’02 FC dan semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu
15. Rekan-rekan Teknik Mesin dan semua pihak yang telah membantu keberhasilan Tugas Akhir ini.

Sebagai satu tahapan dalam proses belajar, penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari segala kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhirnya harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri, para pembaca, dan dunia ilmu pengetahuan. Amiin.

Wassalamu’alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh

Surakarta, Januari 2007

Penulis

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Disusun oleh :

Nama : Joko Siswanto

NIM : D 200 020 090

Judul : Pembuatan *Mold* Dari Komposit Paduan Fiberglass Bekas Dan
Resin Epoxy Untuk Bahan Alat Cetak *Mechanical*
Thermoforming

Pembimbing I

Pembimbing II

(Patna Partono., ST,MT.)

(Bambang WF.,ST,MT.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Bapak dan ibuku tercinta

Kucuran keringat, kesabaran dan ketulusan serta do'a dan restu Bapak dan ibu takkan terbalas dengan apapun.

Kakakku dan adikku

Terima kasih atas do'a, bantuan dan kasih sayangnya.

“Ananda”

Rekan-rekan teknik mesin angkatan

2001-2002.

Almamaterku.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini telah disahkan oleh Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang
Merangkap Anggota

(Patna Partono, ST, MT.)

(Bambang WF, ST, MT.)

Anggota Sidang

(Tri Widodo Besar R, ST, MSc.)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ketua Jurusan Teknik Mesin

(Ir. H. Sri Widodo, MT.)

(Marwan Effendy, ST, MT.)

DARTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SOAL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. <i>Thermoforming</i>	8
2.2.2. Jenis-jenis <i>Molding</i>	11
2.2.3. Komposit	15
2.2.4. Bahan Matrik	22
2.2.5. Serat	23
2.2.6. Polimer	25
2.2.7. Bahan <i>Thermosetting</i>	32
2.2.7.1. <i>Phenol</i>	32
2.2.7.2. Resin Amino	32
2.2.7.3. Resin Furan	33
2.2.7.4. Epoksida	33
2.2.7.5. Silikon	34
2.2.8. Alumunium	35
2.2.9. Bahan Tambahan Lain	36
2.2.10. Rumus sifat komposit dengan pendekatan mekanika bahan.....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	39
3.2. Tempat Penelitian	40

3.3. Alat dan Bahan Penelitian	40
3.3.1. Bahan Penelitian.....	40
3.3.2. Peralatan yang digunakan.....	43
3.4. Prosedur Penelitian	47
3.4.1. Pembuatan <i>Core</i>	47
3.4.2. Pembuatan <i>cavity</i>	47
3.4.3. Proses Permesinan	50
3.5. Pengujian Hasil.....	50
3.6. Kesulitan-kesulitan.....	51

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penelitian.....	52
4.1.1. Percobaan Mencari Komposisi yang tepat	52
4.1.1.1. Paduan Dengan Komposisi 50%	
<i>fiberglass</i> dan 50 % <i>resin Epoxy</i>	52
4.1.1.2. Paduan Dengan Komposisi 60% <i>fiberglass</i>	
dan 40 % <i>resin Epoxy</i>	54
4.1.1.3. Paduan Dengan Komposisi 70% <i>fiberglass</i>	
dan 30 % <i>resin Epoxy</i>	55
4.1.2. Hasil Pengujian dan Aplikasi <i>Mold</i> Pada Proses	
<i>Mechanical thermoforming</i>	57
4.2. Pembahasan	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data hasil pengukuran dengan komposisi 50 : 50	52
Tabel 4.2. Data hasil pengukuran dengan komposisi 60 : 40	54
Tabel 4.3. Data hasil pengukuran dengan komposisi 70 : 30	56
Tabel 4.4. Penyimpangan ukuran pada <i>mold</i> dengan profil balok setelah 5X proses	58
Tabel 4.5. Penyimpangan ukuran pada <i>mold</i> dengan profil prisma segitiga sama sisi setelah 5X proses	59
Tabel 4.6. Penyimpangan ukuran pada <i>mold</i> dengan profil silinder setelah 5X proses	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Contoh produk hasil <i>thermoforming</i>	9
Gambar 2.2.	Hubungan kekuatan impak dan temperatur pada <i>thermoplastic</i>	27
Gambar 2.3.	Hubungan regangan dan tegangan pada beberapa variasi suhu	28
Gambar 2.4.	Hubungan regangan dan tegangan pada beberapa polimer	29
Gambar 2.5.	Hubungan viskositas dan tegangan geser terhadap suhu pada berbagai jenis <i>thermoplastic</i>	30
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian	39
Gambar 3.2.	<i>Fiberglass</i> sebelum dihaluskan.....	40
Gambar 3.3.	<i>Fiberglass</i> sesudah dihaluskan.....	41
Gambar 3.4.	<i>Resin epoxy</i>	41
Gambar 3.5.	<i>Hardener</i>	42
Gambar 3.6.	Lilin	42
Gambar 3.7.	<i>Core</i> dengan profil prisma segitiga sama sisi	43
Gambar 3.8.	<i>Core</i> dengan profil balok.....	43
Gambar 3.9.	<i>Core</i> dengan profil silinder.....	44
Gambar 3.10.	Gelas ukur	44
Gambar 3.11.	Blender	45
Gambar 3.12.	Oven	45
Gambar 3.13.	<i>Themocouple</i> potensio	46

Gambar 3.14. <i>Thermocouple</i> digital	46
Gambar 3.15. Penghalusan <i>fiberglass</i>	47
Gambar 3.16. Alat cetak komposit	48
Gambar 3.17. Urutan proses pencetakan dan pengujian komposit.....	49
Gambar 3.18. Mesin bor	50
Gambar 4.1. Cetakan komposit komposisi 50 : 50	52
Gambar 4.2. Cetakan komposit komposisi 50 : 50 sesudah dipanaskan	53
Gambar 4.3. Cetakan komposit komposisi 60 : 40	54
Gambar 4.4. Cetakan komposit komposisi 60 : 40 sesudah dipanaskan	55
Gambar 4.5. Cetakan komposit komposisi 70 : 30	55
Gambar 4.6. Cetakan komposit komposisi 70 : 30 sesudah dipanaskan	56
Gambar 4.7. Grafik penyimpangan ketiga komposisi cetakan	57
Gambar 4.8. Kondisi material sebelum dan sesudah proses.....	57
Gambar 4.9. <i>Cavity</i> dengan profil balok.....	58
Gambar 4.10. Grafik pada balok sesudah 5X Pemrosesan.....	58
Gambar 4.11. <i>Cavity</i> dengan profil prisma segitiga sama sisi.....	59
Gambar 4.12. Grafik pada prisma segitiga sama sisi sesudah 5X Pemrosesan	59
Gambar 4.13. <i>Cavity</i> dengan profil silinder.....	60
Gambar 4.14. Grafik pada silinder sesudah 5X Pemrosesan	60

HALAMAN MOTTO

⇒ *“Kegagalan yang sesungguhnya adaalah jika kita tidak mau beelajar dari kegagalan kita sebelumnya”*

(Penulis)

⇒ *“Satu unsur kunci sukses dan menghidupi mimpi anda adalah keberanian yang pantang menyerah dan tak tergoyahkan. Keberanian adalah kekuatan yang mendekatkan kita pada sasaran dari waktu ke waktu”*

(Penulis)

⇒ *“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada sangat banyak kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhan-Mulah hendaknya kamu berharap”.*

(Qs. Al Insyiraah : 6 –8)

INTISARI

Jenis limbah dari plastik *thermoset* yang salah satunya adalah *fiberglass* merupakan jenis limbah yang tidak bisa didaur ulang untuk diolah lagi menjadi material yang bisa bermanfaat secara maksimal karena struktur kimianya *crosslinked*. Untuk itu dibutuhkan cara agar limbah *thermoset* tersebut bisa dimanfaatkan secara optimal serta untuk mengurangi tingkat pencemaran, salah satunya dengan memadukan *fiberglass* dengan *resin epoxy* menjadi material komposit untuk pembuatan *mold* alat cetak pada proses *mechanical thermoforming*.

Dalam penelitian ini dilakukan dengan mencari perpaduan komposisi yang tepat untuk dibuat *mold* pada proses *mechanical thermoforming*. *Fiberglass* bekas dihaluskan kemudian dicampur *resin epoxy* dan *hardener* kemudian dicetak dalam suatu cetakan. Tahapan dalam penelitian ini yaitu (1) Pencampuran dengan komposisi 50% serbuk *fiberglass* : 50% campuran *resin epoxy* dan *hardener*. (2) Pencampuran dengan komposisi 60% serbuk *fiberglass* : 40% campuran *resin epoxy* dan *hardener* (3) Pencampuran dengan komposisi 70% serbuk *fiberglass* : 30% campuran *resin epoxy* dan *hardener*. Setelah ketiga spesimen campuran tersebut jadi, maka ketiganya dimasukkan kedalam *oven* dan ditahan pada suhu 250°C selama 4 jam. (4) Spesimen diamati dan diukur dimensinya sebelum dan sesudah dipanaskan. (5) Dari ketiga komposisi tersebut, yang memiliki dimensi yang paling stabil kemudian dibuat menjadi *mold* sebanyak 3 set dan diaplikasikan pada proses *mechanical thermoforming* sebanyak 5x proses pencetakan pada tiap set-nya. (6) Sebelum dan sesudah diaplikasikan pada proses *mechanical thermoforming*, *mold* diukur terlebih dahulu dimensinya, kemudian dilakukan analisis dari hasil pengukuran tersebut.

Komposisi campuran yang memiliki dimensi paling stabil terhadap pembebanan panas adalah komposisi 70% serbuk *fiberglass* : 30% campuran *resin epoxy* dan *hardener*.

Kata kunci : *fiberglass* bekas , komposisi, *mechanical thermoforming*, *oven*, *thermoset*